

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-353856

(43)Date of publication of application : 19.12.2000

(51)Int.Cl.

H01S 5/14
G02B 6/42

(21)Application number : 11-164669

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 11.06.1999

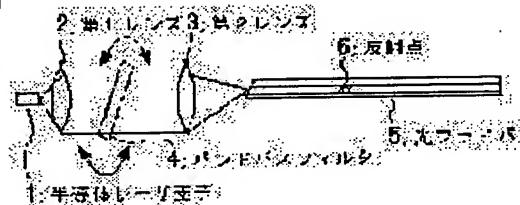
(72)Inventor : NAMIWAKA MASAHIKO

(54) SEMICONDUCTOR LASER MODULE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a semiconductor laser module which can implement low coupling loss by stabilizing central wavelengths.

SOLUTION: This semiconductor laser module is equipped at least with a semiconductor laser element 1, lenses systems 2 and 3 which converge a laser beam on an optical fiber, a band-pass filter 4 which passes a laser light of prescribed wavelengths, and an optical fiber. The band-pass filter is held by a holding means, having a mechanism to tilt the band-pass filter to an arbitrary angle with respect to the traveling direction of the laser beam. In the waveguide of the optical fiber, there is a reflection point 6, at which a part of incoming laserbeam is reflected. A resonator is formed between the reflection point and the emitting end face of the semiconductor laser element. The tilting mechanism is preferably controlled by an output from a temperature sensor through a control unit.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-353856
(P2000-353856A)

(43)公開日 平成12年12月19日 (2000.12.19)

(51)Int.Cl.⁷
H 01 S 5/14
G 02 B 6/42

識別記号

F I
H 01 S 3/18
G 02 B 6/42

テーマコード(参考)
6 4 6 2 H 0 3 7
5 F 0 7 3

審査請求 有 請求項の数 4 OL (全 5 頁)

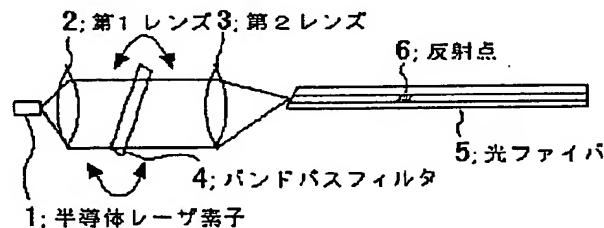
(21)出願番号 特願平11-164669
(22)出願日 平成11年6月11日(1999.6.11)

(71)出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号
(72)発明者 波若 雅彦
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内
(74)代理人 100080816
弁理士 加藤 朝道
F ターム(参考) 2H037 BA03 CA05 DA03
5F073 AA63 AB25 AB27 AB28 EA03

(54)【発明の名称】 半導体レーザモジュール

(57)【要約】

【課題】中心波長の安定化を図り、低結合損失を実現することができる半導体レーザモジュールの提供。
【解決手段】半導体レーザ素子(図1の1)と、レーザ光を光ファイバに集光するレンズ系(図1の2、3)と、所定の波長のレーザ光を透過するバンドパスフィルタ(図1の4)と、光ファイバと、を少なくとも有し、バンドパスフィルタはレーザ光の進行方向に対して任意の角度に傾斜させる機構を有する保持手段によって保持され、光ファイバの導波路中には入射したレーザ光の一部を反射する反射点(図1の6)を有し、反射点と半導体レーザ素子の出射端面との間で共振器が構成されるものである。好ましくは、温度センサの出力により制御ユニットを介して傾斜機構の制御を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】レーザ光を発する半導体レーザ素子と、前記レーザ光を導く光ファイバと、前記レーザ光を光ファイバに集光する光学系と、前記半導体レーザと前記光ファイバとの間に設けた保持手段によって保持され、前記レーザ光のうち所定の波長の光を透過するバンドパスフィルタと、を少なくとも有する半導体レーザモジュールであって、

前記光ファイバの導波路中に、入射したレーザ光の一部を反射する反射手段を有し、前記反射手段と前記半導体レーザ素子のレーザ光出射端面との間で共振器が構成される、ことを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項2】前記バンドパスフィルタを保持する前記保持手段が、前記半導体レーザ素子から出射したレーザ光の進行方向に対して、前記バンドパスフィルタを任意の角度に傾斜させる機構を有する、ことを特徴とする請求項1記載の半導体レーザモジュール。

【請求項3】前記光ファイバの導波路中に形成される前記反射手段が、屈折率の異なるコアの接続による構造、又は、コアの一部に光屈折率の物質をドーピングした構造のいずれかにより構成される、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体レーザモジュール。

【請求項4】前記反射手段と前記半導体レーザ素子のレーザ光出射端面との距離が50cm以上離間している、ことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一に記載の半導体レーザモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体レーザモジュールに関し、特に、外部共振器付半導体レーザモジュール用いて好適とされる半導体レーザモジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の外部共振器付半導体レーザモジュールの構造について、図3及び図4を参照して説明する。図3及び図4は、従来の外部共振器付半導体レーザモジュールの構造を模式的に説明するための図である。

【0003】従来、半導体レーザ素子を狭帯域の波長で発振させる技術としては、図3に示すように、光ファイバ5に半導体レーザ素子1の発振可能波長帯で回折格子を有すファイバグレーティング7を設け、半導体レーザ素子1の裏面(HR面)とファイバグレーティング7との間で外部共振器を構成する方法や、図4に示すように、半導体レーザ素子1の発振波長帯で特定の波長を透過するバンドパスフィルタ4を用いて、透過した光を、例えば、ピッグテールファイバの先端にHRコートにて蒸着した反射点8により、半導体レーザ素子1に帰還させ、外部共振器を形成する方法が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述し

た従来技術においては、次のような問題点があった。まず、図3に示すファイバグレーティング7を用いる方法では、モジュールの中心波長が環境温度の変化によりシフトしてしまうという問題があった。その理由は、ファイバグレーティング7の中心波長は、通常、0.015nm/°C程度の温度依存性を有しているため、例えば、0~50°Cの環境条件下で使用する場合には、50°Cでの中心波長は0°Cの場合と比較して、中心波長は0.75nm程度長波長側にシフトしてしまうからである。

【0005】また、図4に示すピッグテールの先に設けた反射点8により、透過した光を反射させる方法では、反射点8から透過した光をその先に設けた光ファイバ5に取り出すためには、コリメータレンズ9、10等で構成される光学部品が必要となり、この光学部品を精度よく調整しても0.5dB程度の不可損失が発生しまい、その結果、モジュールの高出力化、ならびに素子の高信頼度を達成することが困難であった。

【0006】本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、その主たる目的は、中心波長の安定化を図り、低結合損失を実現することができる半導体レーザモジュールを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、レーザ光を発する半導体レーザ素子と、前記レーザ光を導く光ファイバと、前記レーザ光を光ファイバに集光する光学系と、前記半導体レーザと前記光ファイバとの間に設けた保持手段によって保持され、前記レーザ光のうち所定の波長の光を透過するバンドパスフィルタと、を少なくとも有する半導体レーザモジュールであって、前記光ファイバの導波路中に、入射したレーザ光の一部を反射する反射手段を有し、前記反射手段と前記半導体レーザ素子のレーザ光出射端面との間で共振器が構成されるものである。

【0008】本発明においては、前記バンドパスフィルタを保持する前記保持手段が、前記半導体レーザ素子から出射したレーザ光の進行方向に対して、前記バンドパスフィルタを任意の角度に傾斜させる機構を有し、また、前記光ファイバの導波路中に形成される前記反射手段が、屈折率の異なるコアの接続による構造、又は、コアの一部に光屈折率の物質をドーピングした構造のいずれかにより構成されることが好ましい。

【0009】また、本発明においては、前記反射手段と前記半導体レーザ素子のレーザ光出射端面との距離が50cm以上離間していることが好ましい。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明に係る半導体レーザモジュールは、その好ましい一実施の形態において、半導体レーザ素子(図1の1)と、レーザ光を光ファイバに集光するレンズ系(図1の2、3)と、所定の波長のレーザ光を透過するバンドパスフィルタ(図1の4)と、光フ

アイバと、を少なくとも有し、バンドパスフィルタはレーザ光の進行方向に対して任意の角度に傾斜させる機構を有する保持手段によって保持され、光ファイバの導波路中には入射したレーザ光の一部を反射する反射点（図1の6）を有し、反射点と半導体レーザ素子の出射端面との間で共振器が構成されるものである。好ましくは、温度センサの出力により制御ユニットを介して傾斜機構の制御を行う。

【0011】

【実施例】上記した本発明の実施の形態についてさらに詳細に説明すべく、本発明の実施例について図面を参照して以下に説明する。

【0012】【実施例1】まず、図1を参照して、本発明の第1の実施例に係る外部共振器付半導体レーザモジュールについて説明する。図1は、第1の実施例に係る外部共振器付半導体レーザモジュールの構成を模式的に説明するための図である。

【0013】図1を参照して、本実施例の外部共振器付半導体レーザモジュールの構成について説明すると、本実施例の外部共振器付半導体レーザモジュールは、半導体レーザ素子1と光ファイバ5とを高効率で結合し、半導体レーザ素子1からの出射光を光ファイバ5より取り出すものである。図中の1は半導体レーザ素子、2と3は第1レンズと第2レンズであり、第1レンズ2は半導体レーザ素子1から広がった出射光を平行光に変換する機能を有し、第2レンズ3は、前記平行光を効率よく光ファイバ5に入射させるために、光ファイバ端面で焦点を結ぶものである。

【0014】なお、本実施例では、第1レンズ2と第2レンズ3との間に、半導体レーザ素子1の波長のうち特定の波長のみを透過する特性を有したバンドパスフィルタ4が配置されている。このバンドパスフィルタ4は、レーザ光の進行方向に対して任意の角度に傾けることができる機構を有する保持手段（図示せず）により保持されており、第1レンズ2で変換された平行光に対して、角度を任意にかえることができる。

【0015】また、光ファイバ5の端面は、入射端面で反射した光が半導体レーザ素子1に戻り入らないように斜めに研磨されるとともに、その表面には反射防止膜が形成されている。また、図中の6は、光ファイバ5を透過した光の一部を反射させる反射点である。この反射点6は、屈折率の異なる二つの物質の境界面で発生する反射を利用するものであり、異なる屈折率を有すコアを接続したもの、あるいは、コアの一部に高屈折率の物質をドーピングするなどの方法によって形成されている。

【0016】なお、バンドパスフィルタ4の透過波長ならびに半値幅は、半導体レーザ素子1の発振波長帯範囲内で狭帯域化させたい任意の波長、半値幅に設定することができるが、半値幅としては、例えば、0.1~3.0nm程度のもの、好ましくは、1.0nm以下のもの

がよい。バンドパスフィルタ4の材料としては、前記所定の波長帯域で透過特性を有するよう、石英基板等のガラス基板にSiO₂等の誘電体膜を蒸着して作製することができる。また、バンドパスフィルタ4は、半導体レーザ素子1から出射され第1レンズ2にて平行光に変換された光を受光できる所定の位置に配置される。

【0017】また、光ファイバ5内の屈折率差を利用した反射点6の反射率は、使用している半導体レーザ素子1の前面反射率にもよるが、通常0.5~30%、特に、1~4%のものが望ましく、この反射点6と半導体レーザ1のHR面との距離は50cm以上離れていることが好ましい。

【0018】次に、本実施例の半導体レーザモジュールの動作について説明すると、半導体レーザ素子1から出射した広がった光のスペクトラムは比較的広帯域の波長成分を有しているが、この光は第1レンズ2で平行光に変換され、バンドパスフィルタ4を通過する際に、その帯域透過特性によって、狭帯域の波長成分をのみが通過し、第2レンズ3で集光される。

【0019】ここで、前記平行光がバンドパスフィルタ4を透過する際、その透過する波長の中心波長は、前記平行光がバンドパスフィルタを透過する角度との間に依存性を有しており、一般的に角度が大きくなるほど、長波長側にシフトするという特性を有している。

【0020】そこで、例えば、半導体レーザモジュールに設置された温度センサ等の温度計測手段によって半導体レーザモジュール内外の環境温度を計測し、そのデータを基に、取り出されるレーザ光の中心波長を所望の値とすることができるバンドパスフィルタ4の傾斜角を求め、ステップモータ等の駆動装置を含む制御ユニットを用いて保持手段を傾斜させ、これによりバンドパスフィルタ4の傾斜角を調整してレーザ光の波長の微調整を行う。

【0021】第2レンズ3で集光されたレーザ光は、光ファイバ5の端面で焦点を結び、光ファイバ5内を伝搬後、反射点6でその一部が反射され、この反射したレーザ光は逆進して、再び第2レンズ3、バンドパスフィルタ4、第1レンズ2を介して、半導体レーザ素子1に戻る。そして、半導体レーザ素子1の裏面（HR面）と反射点6との間で共振器が構成され、バンドパスフィルタ4の透過特性で決定される波長帯でのレーザ発振が実現可能となる。

【0022】一方、レーザ光の大部分は、反射点6を通過し、そのまま光ファイバ5の他端方向に取り出される。ここで、本実施例では反射点6から先に、コリメータレンズのような取り出しに必要な部品を必要としないので、付加損失の発生なく、低結合損失を実現することができる。

【0023】更に、本実施例の構成では、前記バンドパスフィルタ4は、第1レンズ2からの平行光に対して角

度をかえることができるので、モジュールの環境温度の変化により中心波長が変化した場合であっても、バンドパスフィルタ4の角度をかえることにより、上述の中心波長のずれを補正することができる。従って、光ファイバ5の先端からとりだされる光の中心波長は、環境温度によらず一定に保つことができ、モジュールを安定して動作させることができる。

【0024】[実施例2] 次に、本発明の第2の実施例に係る外部共振器付き半導体レーザモジュールについて、図2を参照して説明する。図2は、第2の実施例に係る外部共振器付き半導体レーザモジュールの構成を模式的に説明するための図である。なお、本実施例と前記した第1の実施例との相違点は、半導体レーザ素子から出た光を光ファイバに集光する構造に変更を加えたものであり、その他の構造に関しては第1の実施例と同様である。

【0025】第2の実施例の外部共振器付半導体レーザモジュールは、図2に示すように、半導体レーザ素子1と光ファイバ5との間に半導体レーザ素子1からの出射光を光ファイバ5に集光するための第1レンズ2のみが配置されており、第1レンズ2と光ファイバ5との間に、半導体レーザ素子1の波長のうち、特定の波長のみを透過するバンドパスフィルタ4が配置されている。

【0026】このバンドパスフィルタ4は、前記した第1の実施例と同様に、レーザ光の進行方向に対して任意の角度に傾けることができる機構を有する保持手段によって保持され、また、光ファイバ5の端面は、入射端面で反射した光が半導体レーザ素子1に逆戻りしないよう斜めに研磨されるとともに、その表面には反射防止膜が形成されている。また、反射点6は、屈折率の異なる二つの物質の境界面で発生する反射を利用できる構造で形成されている。

【0027】また、バンドパスフィルタ4の透過波長ならびに半値幅は、任意の波長、半値幅に設定できるが、半値幅としては、例えば、0.1~3.0nm程度、好みくは、1.0nm以下で、光ファイバ5内の反射点6の反射率は、使用している半導体レーザ素子1の前面反射率にもよるが、通常0.5~30%、特に、1~4%のものが望ましい。また、反射点6と半導体レーザ素子1のHR面との距離は50cm以上離れていることが好ましい。

【0028】次に、本実施例の半導体レーザモジュールの動作について説明すると、半導体レーザ素子1から出射した広がった光は第1レンズ2によって光ファイバ5に集光するが、光ファイバ5に達する前にバンドパスフィルタ4によって、狭帯域の波長成分をのみが通過する。

【0029】第1レンズ2で集光されたレーザ光は、光ファイバ5の端面で焦点を結び、光ファイバ5内を伝搬後、反射点6でその一部が反射され、この反射したレ

ザ光は逆進して、再び、バンドパスフィルタ4、第1レンズ2を介して、半導体レーザ素子1に戻る。そして、半導体レーザ素子1の裏面(HR面)と反射点6との間で共振器が構成され、バンドパスフィルタ4の透過特性で決定される波長帯でのレーザ発振が実現可能となる。

【0030】一方、レーザ光の大部分は、反射点6を通過し、そのまま光ファイバ5の他端方向に取り出されるが、前記した第1の実施例と同様に、本実施例では反射点6から先に、コリメータレンズのような取り出しに必要な部品を必要としないので、付加損失の発生なく、低結合損失を実現することができる。

【0031】更に、本実施例の構成でも、前記バンドパスフィルタ4は角度をかえることができるので、モジュールの環境温度の変化により中心波長が変化した場合であっても、バンドパスフィルタ4の角度をかえることにより、上述の中心波長のずれを補正することができる。従って、光ファイバ5の先端からとりだされる光の中心波長は、環境温度によらず一定に保つことができ、モジュールを安定して動作させることができる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、半導体レーザモジュールの結合損失を小さくすることができるという効果を奏する。その理由は、ピッグテールでの反射点から先の光ファイバに導くためのコリメータレンズ等の部品を必要としないため、その箇所での付加損失の発生がないからである。従って、半導体レーザモジュールの高出力化、素子の信頼度の向上を図ることができる。

【0033】また、本発明によれば、環境温度が変化しても、中心波長を安定に保つことができるという効果を奏する。その理由は、バンドパスフィルタの角度をレーザ光の進行方向に対して調整することにより、透過する波長帯の中心波長を変化させることができ、環境温度による中心波長のずれを補正することができるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る外部共振器付き半導体レーザモジュールの機能を模式的に説明するための構成図である。

【図2】本発明の一実施例に係る外部共振器付き半導体レーザモジュールの機能を模式的に説明するための構成図である。

【図3】従来の外部共振器付き半導体レーザモジュールの構成を示す図である。

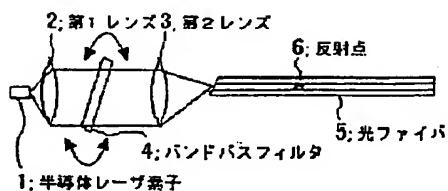
【図4】従来の外部共振器付き半導体レーザモジュールの構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 半導体レーザ素子
- 2 第1レンズ
- 3 第2レンズ

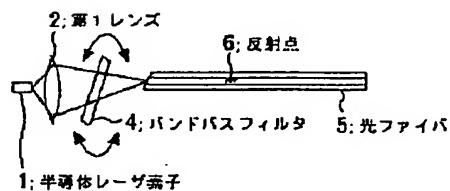
- 4 バンドパスフィルタ
 5 光ファイバ
 6 反射点
 7 ファイバグレーティング

【図1】

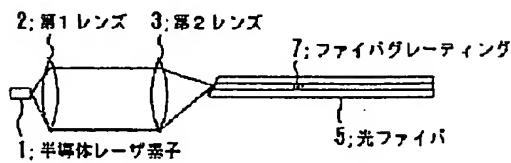


- 8 ピッグテール端面での反射点
 9 コリメータレンズ
 10 コリメータレンズ

【図2】



【図3】



【図4】

